

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-251343

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

(21)Application number : 2000-060735

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 06.03.2000

(72)Inventor : NOMURA YUJI  
NAKAATO AKIRA

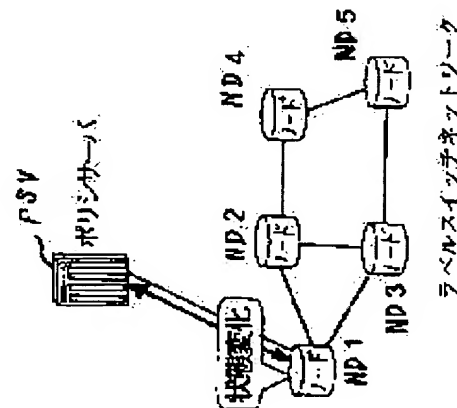
## (54) LABEL SWITCH NETWORK SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a label switch network system that can reduce a processing cost and its processing time at each node in the case of realizing various services with respect to traffic engineering in a label switch network such as an MPLS network.

SOLUTION: The label switch network system is provided with a 1st node that is placed at an entry of a label switch network transferring an IP packet compatible with an IP flow on the basis of a label and that references header information or payload information of the IP packet to select/to set a layer 2 path for transfer of the IP packet, plural 2nd nodes that are placed at a relay position of a network to set the layer 2 path from the entry to the exit of the network through a designated path, a 3rd node that is placed at the exit of the network, and a policy server that instructs the 1st node on the setting of the layer 2 path according to a policy control protocol on the occurrence of a user request or a state change in the network and that intensively controls the 1st node, the 2nd nodes and the 3rd node.

本発明の一実施の形態のラベルスイッチネットワークシステム



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-251343

(P2001-251343A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 L 12/56

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

テーマコード(参考)

1 0 2 D 5 K 0 3 0

9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-60735(P2000-60735)

(22) 出願日 平成12年3月6日(2000.3.6)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 野村 祐士

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号富士通株式会社内

(72) 発明者 中後 明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号富士通株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外1名)

最終頁に続く

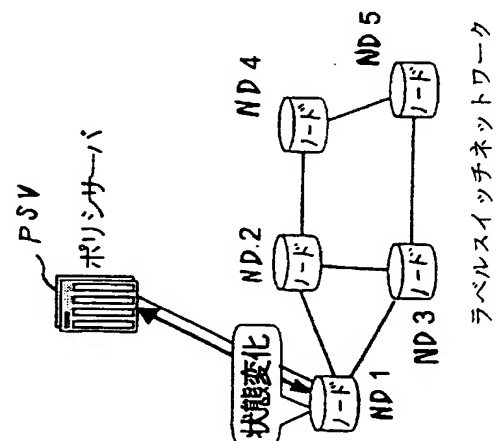
(54) 【発明の名称】 ラベルスイッチネットワークシステム

(57) 【要約】

【課題】 MPLSネットワークなどのラベルスイッチネットワークにおけるトラフィックエンジニアリングに関する各種サービスを実現するとき、各ノードにおける処理コスト及び処理時間の削減を可能にするなど。

【解決手段】 ラベルスイッチネットワークシステムは、ラベルに基づいてIPフロー対応のIPパケットを転送するラベルスイッチネットワークの入口に配置され、前記IPパケットのヘッダ情報またはペイロード情報を参照して、前記IPパケットを転送するためのレイヤ2パスを選択・設定する第1のノードと；前記ネットワークの中継箇所配置され、前記ネットワークの入口から出口までの前記レイヤ2パスを指定された経路で設定する複数の第2のノードと；前記ネットワークの出口に配置された第3のノードと；ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化が生じた場合、ポリシー制御プロトコルに則って、前記第1のノードに前記レイヤ2パスの設定を指示するとともに、前記第1のノード、前記第2のノード及び前記第3のノードを集中的に制御するポリシーサーバとを備える。

本発明の一実施形態のラベルスイッチネットワークシステム



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** ラベルに基づいてIPフロー対応のIPパケットを転送するラベルスイッチネットワークの入口に配置され、前記IPパケットのヘッダ情報またはペイロード情報を参照して、前記IPパケットを転送するためのレイヤ2パスを選択・設定する第1のノードと；前記ネットワークの中継箇所配置され、前記ネットワークの入口から出口までの前記レイヤ2パスを指定された経路で設定する複数の第2のノードと；前記ネットワークの出口に配置された第3のノードと；ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化が生じた場合、ポリシ制御プロトコルに則って、前記第1のノードに前記レイヤ2パスの設定を指示するとともに、前記第1のノード、前記第2のノード及び前記第3のノードを集中的に制御するポリシサーバと；を備えるラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項2】** 前記ポリシサーバは、ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化を検出する手段と、前記IPパケットを転送するために、前記第1のノードにて、既設定の前記レイヤ2パスを選択するか、適切な経路を通る新たな前記レイヤ2パスを設定するかを判断する手段と、前記レイヤ2パスの適切な経路及び品質保証パラメータを算出する手段と、前記第1のノードに前記レイヤ2パスの設定を指示する手段と、を有する請求項1記載のラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項3】** 前記第1のノードはユーザ要求または前記ネットワークの状態変化を自己で検出するか前記第2のノード及び前記第3のノードのいずれかから収集した場合、前記ポリシサーバに前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化を通知する手段を有し、前記ポリシサーバは前記第1のノードからの前記通知に応答して、新たに発生するIPフロー対応の前記IPパケットを転送するための前記レイヤ2パスの設定を前記第1のノードに指示する手段を有する請求項1記載のラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項4】** 前記第2のノードは、前記IPパケットのルーティングを行う手段と、前記IPパケットに含まれているIPアドレスで指定された経路を経由する前記レイヤ2パスを設定する手段とを有し、前記ポリシサーバは前記第2のノード対応のIPアドレスにより前記レイヤ2パスが経由する前記第2のノードを指定する手段を有する請求項1記載のラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項5】** 前記ポリシサーバは、IPフローに対して経由可能な前記レイヤ2パスが複数存在し、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化に基づいて新たなIPフローの発生を検出した場合、

事前に収集した各物理的回線の資源利用状況に応じて、前記新たなIPフローによって前記ネットワークの資源利用状況に偏りが生じない経路を検索する手段と、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化で発生する前記新たなIPフローを通信可能な前記レイヤ2パスを前記第1のノードに設定指示する手段とを有する請求項1記載のラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項6】** 前記第1のノードは、前記レイヤ2パスの利用状態を収集・管理する手段と、

10 IPフローに対して経由可能な前記レイヤ2パスが複数存在し、前記複数のレイヤ2パスの利用状況に基づきIPフローを転送するのに適した前記レイヤ2パスを選択する手段とを有し、

前記ポリシサーバは、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化に基づいて新たなIPフローの発生を検出した場合、

新たに発生するIPフローを転送する前記レイヤ2パスを複数生成するように、前記第1のノードに設定指示する手段と、

20 前記新たなIPフローを転送することで前記複数のレイヤ2パスの相互間で利用状況に偏りが生じないように、前記IPパケットまたは前記IPフローを単位として適切な前記レイヤ2パスを選択することを前記第1のノードに指示する手段とを有する請求項1記載のラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項7】** 前記ポリシサーバは、IPフローに対して経由可能な前記レイヤ2パスが複数存在し、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化に基づいて新たなIPフローの発生を検出した場合、

30 事前に収集した各物理的回線の資源利用状況に応じて、新しく生成する前記レイヤ2パスについて、前記ユーザ要求を満たす異なる少なくとも2つの経路を探索し、前記新たなIPフローを転送するための前記レイヤ2パスを生成し、複数の前記レイヤ2パスの1つを現用パスに、かつ他の1つを予備パスに定める手段と、

前記現用パスが障害で使用できないことを前記第2または第3のノードが検出した場合、前記第2または第3のノードの判断で前記現用パスを前記予備パスに切り替えることを前記第1のノードに指示する手段とを有し、

40 前記第1のノードは、前記現用パスが障害で使用できないことを自己のノードで検出した場合、前記現用パスを前記予備パスに切り替える手段を有する請求項1記載のラベルスイッチネットワークシステム。

**【請求項8】** 前記ポリシサーバは、前記現用パスが通常状態で使用されているときには、前記予備パスを他のトラフィックに使用させ、前記現用パスに障害が発生したときは、前記予備パスを使用しているトラフィックの使用を中止させ、前記現用パスで転送していたトラフィックを前記予備パスに収容するように、前記第1のノードに指示する手段を有する請求項7記載のラベルスイッ

チネットワークシステム。

【請求項9】 前記ポリシサーバ、前記第1のノード及び前記第2のノードは、1つの前記レイヤ2パスで複数の異なるIPフロー対応の前記IPパケットを転送する場合、複数のIPフローが属する論理的なグループとそのグループを識別するためのグループ識別子とを定義し、前記1つのレイヤ2パスを切り替えるときに前記グループに属する前記複数のIPフローを前記グループ識別子により指定する手段を有し、

前記ポリシサーバは前記レイヤ2パスの切り替え時に前記グループ識別子を用いて前記第1のノードにIPフローと前記レイヤ2パスとの対応を指示する手段を有する請求項1、7または8記載のラベルスイッチネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はラベルスイッチネットワークシステムに関し、特にラベルスイッチネットワークにおける各種フローを集中的に制御してトラフィックエンジニアリングを実現することを可能するラベルス

【0002】

【従来の技術】近年、IP (Internet Protocol) ネットワークの高機能化及び運用管理の簡略化を狙いとしたPBN (Policy Based Networking) の研究開発及びその実用化が推進されている (Y. Nomura, et al., "Policy Based Networking Architecture for Enterprise Networks", ICC'99, 1999)。

【0003】また、IPパケットの転送処理に「ラベル」という新しい概念を導入し、IPレベル (レイヤ3: L3) でのルーティング処理をATM (Asynchronous Transfer Mode)、フレームリレー、及びEthernet (登録商標) などの下位レイヤ (レイヤ2: L2) のスイッチング処理で実現するMPLS (Multi Protocol Label Switching) 技術が注目されている (Rosen, et al., "Multiprotocol Label Switching Architecture", work in progress (IETF-Draft), 1999)。

【0004】特に、MPLSネットワークなどのラベルスイッチネットワーク (以下、ラベル網と称することもある) においては、フロー毎の最適経路設定、負荷分散、障害迂回などのトラフィックエンジニアリングの実現が重要な要素となる。

【0005】ラベルスイッチネットワークにおいて、フロー毎の最適経路設定 (QoSを考慮した明示的な経路 (ルート) 設定、IPフローのアグリゲート (集約))、トラフィックの負荷分散、及び回線2重化によ

る耐障害性向上などのトラフィックエンジニアリングに関するサービスを提供するためには、一般にはネットワークの利用状況を収集して適切なL2パスを設定するか、あるいは既存の (既に呼に設定されている) L2パスの内から、あるIPトラフィックを送信するのに適切なL2パスを選択する必要がある。ここで、ラベル網は例えばATMネットワークのことであり、L2パスとは識別子VPI, VCIで指定されるコネクションを意味する。

10 【0006】従来、このようなサービスは図1に示すシステム構成のMPLSネットワークにおいて考えられている。MPLSネットワークにおいては、各ノードはレイヤ3 (IPレベル) のルータ機能を持つラベルスイッチルータLSR (Label Switching Router) である。LSR (図1中のLSR1...LSR5) は、基本的に、任意のIPフローを通信するために利用するL2パスを選択・設定する機能と、L2パスを設定するための制御メ

20 ッセージをホップバイホップでLSR間を中継することで、MPLSネットワークの入口から出口までL2パスを設定する機能とを持つ。この制御メッセージは、入口のLSRにて設定する通信品質パラメータ、及び中継するLSRを明示的に指定するパラメータを含む。

30 【0007】適切なL2パスを選択することは、MPLSを利用した上記の各種サービスを実現するために、必要不可欠な機能である。従来のMPLSネットワークはLSR間の分散制御を前提としているので、あるLSRがMPLSネットワークの全体の中で適切なL2パスを選択するには、このLSRはLSR間の通信プロトコルなどで他のLSRにおける状態を知り、その状態情報を維持・管理するとともに、状態情報を利用して適切なL2パスを算出することが必要である。

【0008】このためには、各LSRは状態情報を配布・収集するためのプロトコル処理、他のLSRにおける状態情報を維持・管理する処理、及びL2パスを算出する処理が必要である。

【0009】また、ホップバイホップで隣接LSR間で状態情報を交換して行く分散制御手法では、状態情報がネットワーク全体に行き渡るまでに、LSR間のホップ数に比例した処理時間が必要である。

40 【0010】さらに、回線2重化サービスでは、予備系パスを予めMPLSネットワーク内に設定しなければ、現用系パスに障害が発生したときに、迅速にパスを切り替えることができないので、予め予備系パスの帯域などを確保しておく必要がある。しかし、通常の利用時には、確保した資源 (予備系パスの帯域など) が利用できないため、資源利用効率が悪い。

50 【0011】また、従来のMPLSネットワークにおいては、IPフローとLSP (Label Switched Path) とのマッピング (対応) を直接取っていたので、回線を切り替える必要が生じたときに、LSRにおいてIPフロー

の数だけ回線の切替え処理が必要であり、管理コスト及びそれを利用した処理コストが高い。

【0012】これらの結果、分散制御手法を採る従来の MPLS ネットワークでは、上記の様々なサービスを実現するためには、コスト及び処理時間の増大を免れないだけでなく、資源利用効率が低い。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の第1の課題は、MPLS ネットワークなどのラベルスイッチネットワークにおけるトラフィックエンジニアリングに関する各種サービスを実現するとき、各ノードにおける処理コスト及び処理時間の削減を可能にするラベルスイッチネットワークシステムを提供することにある。

【0014】本発明の第2の課題は、トラフィックの負荷分散サービスにおいて、ポリシサーバがネットワークの利用状況に偏りが生じないようにパス設定を行うことが可能なラベルスイッチネットワークシステムを提供することにある。

【0015】本発明の第3の課題は、回線2重化サービスにおいて、回線障害時に迅速にパス切り替えを行うことが可能なラベルスイッチネットワークシステムを提供することにある。

【0016】本発明の第4の課題は、回線2重化サービスにおいて、効率よくネットワーク資源を活用することを可能にするラベルスイッチネットワークシステムを提供することにある。

【0017】本発明の第5の課題は、回線切り替え時の処理コストの削減を可能にするラベルスイッチネットワークシステムを提供することにある。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の第1のラベルスイッチネットワークシステムは、ラベルに基づいて IP フロー対応の IP パケットを転送するラベルスイッチネットワークの入口に配置され、前記 IP パケットのヘッダ情報またはペイロード情報を参照して、前記 IP パケットを転送するためのレイヤ2パスを選択・設定する第1のノードと；前記ネットワークの中継箇所配置され、前記ネットワークの入口から出口までの前記レイヤ2パスを指定された経路で設定する複数の第2のノードと；前記ネットワークの出口に配置された第3のノードと；ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化が生じた場合、ポリシ制御プロトコルに則って、前記第1のノードに前記レイヤ2パスの設定を指示するとともに、前記第1のノード、前記第2のノード及び前記第3のノードを集中的に制御するポリシサーバとを備える。

【0019】本発明の第2のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記ポリシサーバは、ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化を検出する手段と、前

記 IP パケットを転送するために、前記第1のノードにて、既設定の前記レイヤ2パスを選択するか、適切な経路を通る新たな前記レイヤ2パスを設定するかを判断する手段と、前記レイヤ2パスの適切な経路及び品質保証パラメータを算出する手段と、前記第1のノードに前記レイヤ2パスの設定を指示する手段とを有する。

【0020】本発明の第3のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記第1のノードはユーザ要求または前記ネットワークの状態変化を自己で検出するか前記第2のノード及び前記第3のノードのいずれから収集した場合、前記ポリシサーバに前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化を通知する手段を有し、前記ポリシサーバは前記第1のノードからの前記通知に应答して、新たに発生する IP フロー対応の前記 IP パケットを転送するための前記レイヤ2パスの設定を前記第1のノードに指示する手段を有する。

【0021】本発明の第4のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記第2のノードは、前記 IP パケットのルーティングを行う手段と、前記 IP パケットに含まれている IP アドレスで指定された経路を経由する前記レイヤ2パスを設定する手段とを有し、前記ポリシサーバは前記第2のノード対応の IP アドレスにより前記レイヤ2パスが経由する前記第2のノードを指定する手段を有する。

【0022】本発明の第5のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記ポリシサーバは、IP フローに対して経由可能な前記レイヤ2パスが複数存在し、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化に基づいて新たな IP フローの発生を検出した場合、事前に収集した各物理的回線の資源利用状況に応じて、前記新たな IP フローによって前記ネットワークの資源利用状況に偏りが生じない経路を検索する手段と、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化で発生する前記新たな IP フローを通信可能な前記レイヤ2パスを前記第1のノードに設定指示する手段とを有する。

【0023】本発明の第6のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記第1のノードは、前記レイヤ2パスの利用状態を収集・管理する手段と、IP フローに対して経由可能な前記レイヤ2パスが複数存在し、前記複数のレイヤ2パスの利用状況に基づき IP フローを転送するのに適した前記レイヤ2パスを選択する手段とを有し、前記ポリシサーバは、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化に基づいて新たな IP フローの発生を検出した場合、新たに発生する IP フローを転送する前記レイヤ2パスを複数生成するように、前記第1のノードに設定指示する手段と、前記新たな IP フロー

を転送することで前記複数のレイヤ2パスの相互間で利用状況に偏りが生じないように、前記IPパケットまたは前記IPフローを単位として適切な前記レイヤ2パスを選択することを前記第1のノードに指示する手段とを有する。

【0024】本発明の第7のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記ポリシサーバは、IPフローに対して経路可能な前記レイヤ2パスが複数存在し、前記ユーザ要求または前記ネットワークの状態変化に基づいて新たなIPフローの発生を検出した場合、事前に収集した各物理的回線の資源利用状況に応じて、新しく生成する前記レイヤ2パスについて、前記ユーザ要求を満たす異なる少なくとも2つの経路を探索し、前記新たなIPフローを転送するための前記レイヤ2パスを生成し、複数の前記レイヤ2パスの1つを現用パスに、かつ他の1つを予備パスに定める手段と、前記現用パスが障害で使用できないことを前記第2または第3のノードが検出した場合、前記第2または第3のノードの判断で前記現用パスを前記予備パスに切り替えることを前記第1のノードに指示する手段とを有し、前記第1のノードは、前記現用パスが障害で使用できないことを自己のノードで検出した場合、前記現用パスを前記予備パスに切り替える手段を有する。

【0025】本発明の第8のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第7のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記ポリシサーバは、前記現用パスが通常状態で使用されているときには、前記予備パスを他のトラフィックに使用させ、前記現用パスに障害が発生したときは、前記予備パスを使用しているトラフィックの使用を中止させ、前記現用パスで転送していたトラフィックを前記予備パスに収容するように、前記第1のノードに指示する手段を有する。

【0026】本発明の第9のラベルスイッチネットワークシステムは、上記第1、第7または第8のラベルスイッチネットワークシステムにおいて、前記ポリシサーバ、前記第1のノード及び前記第2のノードは、1つの前記レイヤ2パスで複数の異なるIPフロー対応の前記IPパケットを転送する場合、複数のIPフローが属する論理的なグループとそのグループを識別するためのグループ識別子とを定義し、前記1つのレイヤ2パスを切り替えるときに前記グループに属する前記複数のIPフローを前記グループ識別子により指定する手段を有し、前記ポリシサーバは前記レイヤ2パスの切り替え時に前記グループ識別子を用いて前記第1のノードにIPフローと前記レイヤ2パスとの対応を指示する手段を有する。

【0027】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

〔ラベルスイッチネットワークシステムの基本構成〕本発明の一実施の形態におけるラベルスイッチネットワークシステムの基本構成を示す図2を参照すると、このシステムにおいては、ポリシサーバPSVと、複数のノードND1、ND2…ND5とからラベルスイッチネットワーク（ラベル網）を構成している。

【0028】ポリシサーバPSVはラベルスイッチネットワークの入口に配置されたノードND1と物理的な回線（物理リンク）によって接続されている。このネットワークの入口に配置されたノードND1とネットワークの出口に配置されたノードND5とは、中継（コア）ノードND2、ND3、ND4及び物理的な回線（物理リンク）を通して接続されている。入口ノードND1及び出口ノードND5は、他のIPネットワーク（図示省略）にそれぞれ接続される。

【0029】ポリシサーバPSVはユーザ情報及びポリシ（運用指針）情報とネットワーク全体の状態とに基づき、ノードND1…ND5の動作を決定する。ポリシサーバPSVはユーザ情報及びポリシ情報をこれらの情報を登録・格納するディレクトリサーバ（図示省略）から入手する。入口ノードND1、中継ノードND2、ND3、ND4、及び出口ノードND5はルータ及びスイッチなどのネットワーク機器によって構成され、ポリシサーバPSVの決定に従った動作を実行する。

【0030】この構成を採るラベルスイッチネットワークシステムにおいては、ポリシサーバPSVはIPフロー毎の最適経路設定（QoSを考慮した明示的な経路（ルート）設定、IPフローのアグリゲート（集約））、トラフィックの負荷分散、及び回線2重化による耐障害性向上などのトラフィックエンジニアリングに関するサービスを提供するために、COPS（Common Open Policy Service）などのポリシ制御プロトコルに則って、ノードND1…ND5を集中的に制御する。COPSプロトコルについては、文献：J. Boyle, et al., "The COPS Protocol", RFC 2748, IETF, 2000を参照できる。

【0031】次に、図3を参照して図2に示すポリシサーバPSV及びノードND1…ND5の詳細構成について説明する。ポリシサーバPSVは、ノードND1…ND5からの状態通知の受信及び状態の収集を行い、これらの状態情報を管理するネットワーク資源状態管理部10と、ユーザからの要求（通信に必要な帯域確保要求など）を受信し、そのユーザ要求を許可するか否かを判断するユーザ要求受付処理部11と、ネットワーク状態の変化を認識し、新しくIPフローが発生するあるいはIPフローが消滅するなどのイベントを検出するイベント検出部12とを備える。

【0032】ポリシサーバPSVは、更に、ユーザ要求あるいはネットワークの状態変化（状態情報）に対応して、新規にIPフローが発生した場合に、これを送信す

るL2（レイヤ2）パスのラベル網内での経路を算出するパス検索部13と、新しいIPフローを送信するために、既存の（既に呼に設定されている）L2パスを利用するか、新規にL2パスを作成するかを判断するL2パス作成判断部14と、L2パスを作成するときは、その品質保証パラメータ及び経路を決定するL2パス作成部15と、作成したL2パス情報を送信する設定送信部16とを備える。

【0033】また、ノードND1…ND5のそれぞれは、基本構成として、ポリシサーバPSSVからの設定指示を受信し、これを実行する設定処理部20と、ノード自身の状態をポリシサーバPSSVに通知する状態通知部21と、従来のラベルが持っているIPフロー（レイヤ3：L3）とL2パスとのマッピング及びホップバイホップでL2パスを設定するためのラベル配布処理を行うラベルスイッチ機能部22とを備える。

【0034】なお、入口ノードND1はポリシサーバPSSVとポリシ制御プロトコルに則って直接に設定指示を送受信するが、中継ノードND2、ND3、ND4及び出口ノードND5は入口ノードND1を通してポリシサーバPSSVと情報の送受信を行う。

【0035】上述したラベルスイッチネットワークシステムにおいては、従来のMPLSなどのラベル網では各ノードが備えていたネットワーク資源状態管理部10、ユーザ要求受付処理部11、イベント検出部12、パス検索部13、L2パス作成判断部14、及びL2パス作成部15をポリシサーバPSSVに持たせて、各ノードND1…ND5がポリシサーバPSSVと通信することにより、これらの機能を共有する。

【0036】一方、ポリシサーバPSSVはこれらの機能を一元管理し、ノードND1…ND5に設定指示する必要があるときは、ノードに対して設定処理を指示するための設定送信部16を有する。ノードND1…ND5ではポリシサーバPSSVからの設定指示を受信し、これを実行する上記機能部20、21、22を備える。

【0037】このように、ポリシサーバPSSVとノードND1…ND5とで機能分担を行い、ポリシサーバPSSVが状態管理及びパス設定判断を一元的に行うことで、従来必要であったネットワーク状態情報の収集のためのノード間での情報交換処理はポリシサーバPSSVの内部に閉じることになり、各ノードでの処理を軽減することができる。また、MPLSなどラベル網における種々のサービスの実現に必要な設定も、ポリシサーバPSSVがノードND1…ND5にL2パスの利用方法に関する指示を出すことにより達成される。

【0038】〔ラベルスイッチネットワークシステムの第1の具体的構成・動作〕

（第1の具体的構成）図4は上述したような基本構成を採るラベルスイッチネットワークシステムの第1の具体的構成例を示す。

【0039】図4を参照すると、このシステムにおいては、ポリシサーバPSSVと、複数のラベルスイッチングルータLSR1…LSR5とからラベルスイッチネットワーク（ラベル網）としてのMPLSネットワークを構成している。複数のラベルスイッチングルータLSR1…LSR5はネットワーク機器として、図2に示す対応のノードND1…ND5を構成している。

【0040】ポリシサーバPSSVはMPLSネットワークの入口に配置されたルータLSR1と物理的な回線（物理リンク）によって接続され、ルータLSR1…LSR5とポリシ制御プロトコルCOPSに則って、状態情報及び設定指示を送受信する。このネットワークの入口に配置されたルータLSR1とネットワークの出口に配置されたルータLSR5とは、中継（コア）ルータLSR2、LSR3、LSR4及び物理的な回線（物理リンク）を通して接続されている。入口ルータLSR1及び出口ルータLSR5は、エッジルータと称されることもあり、他のIPネットワーク（図示省略）にそれぞれ接続される。

【0041】このシステムにおけるポリシサーバPSSV及びルータLSR1…LSR5は、図3に基本構成を示すポリシサーバPSSV及びノードND1…ND5とそれぞれ同一構成である。ただし、ルータLSR1…LSR5においては、ノードND1…ND5を構成するラベルスイッチ機能部22をMPLS機能部22と呼ぶ。

【0042】ポリシサーバPSSVは管理者及びルータLSR1…LSR5からの要求、またはトポロジ変化などにより、自発的にIPフローのアグリゲート及び明示的な経路を決定し、この決定結果を入口ルータLSR1に通知する。なお、どのような決定を行うかと言ったポリシは予めディレクトリサーバに登録されていて、ポリシサーバPSSVは必要に応じてキャッシュしている。

【0043】入口ルータLSR1はMPLSネットワークに隣接IPネットワークから到来するIPパケット（L3）をそのフローに応じて、L2パスのLSP（Label Switched Path）にマッピングし、MPLSネットワーク内に転送する。このルータLSR1はポリシサーバPSSVからの経路決定結果の通知（設定指示）に従って、CR（Constraint-based Routing）—LDP（Label Distribution Protocol）等のラベル配布プロトコルに則り、明示的なLSPの設定または解放を実行する。

【0044】中継ルータLSR2、3、4は上記ラベル配布プロトコルに則って設定されたラベル情報に基づき、ラベル付けされたIPパケットを高速にスイッチングし、他のルータに転送する。

【0045】出口ルータLSR5はラベル付けされたIPパケットからラベルを削除し、そのパケットをルーティングテーブルに従って、MPLSネットワーク外の隣接のIPネットワークに転送する。

【0046】（IPフローアグリゲート指示の動作例）



次に、上記第1の構成を採るラベルスイッチネットワークシステムにおけるIPフローのアグリゲート指示の動作例について、図3、図4、図5及び図6を併用して説明する。図5はIPフローとL2パスとのマッピング手法を説明するための図である。また、図6はIPフローのアグリゲート指示の動作のフローチャートである。

【0047】例えば、図4に示すように、ルータLSRとポリシサーバP S Vとから構成されるMPLSネットワークを考える。ここでは、このネットワークを利用するユーザが20Mbpsの帯域を要するIP通信（IPフロー）を新しく開始する要求をポリシサーバP S Vに通知する場合を考える。一例として、ここでの要求は動画像通信のための通信回線（帯域）を確保するものである。

【0048】この要求は、ポリシサーバP S Vが管理するMPLSネットワークに属するユーザ端末から要求されても、ポリシサーバP S Vの管理外の別ネットワークから要求されてもよい。また、ユーザからの要求以外にも、MPLSネットワークの外部ネットワークのトポロジ状態が変化し、新しくIPフローがMPLSネットワークに流入することをポリシサーバP S VがルータLSRからの状態通知（状態情報）を検出することを契機にしてもよい。

【0049】手順11：ポリシサーバP S Vはユーザからの要求をユーザ要求受付処理部11で受信する。通信先が一台のホストの場合、この要求には宛先IPアドレス及び発信元（発側）IPアドレスの情報が含まれているものとする。また、同一のサブネットに属する複数台のホストに対する（またはホストからの）要求である場合には、宛先及び発信元IPアドレスはネットワークアドレスである。これらはいずれであっても同様に処理できる。

【0050】また、end（末端）のアドレスではなく、中継地点のアドレスであってもよいが、この場合、パス設定は一部分だけとなるが、パス検索の範囲も一部のため処理量が少ないという利点がある。しかし、検索範囲が狭いため、機能的には若干不利な代替手法である。

【0051】手順12：ユーザからの要求には明示的に要求する通信品質が含まれているものとする。通信品質とは、帯域や遅延、遅延揺らぎ、廃棄率などである。ここでは、ユーザから20Mbpsの帯域を保証する要求があった場合を考える。ユーザの要求に明示的に通信品質が含まれていない場合は、要求あるいはIPパケットに含まれるアドレス情報やIP通信を利用するアプリケーション情報からポリシサーバP S Vが通信品質を適切に決定しても良いが、この場合、ユーザが望む品質になるわけではない。

【0052】また、ユーザ要求が来なくても、新しくルーティングテーブルのエントリが加えられたなど、ネッ

トワーク状態の変化をネットワーク資源状態管理部10を通してイベント検出部12で検出し、そのエントリに対するL2パス設定をユーザ要求とみなすことができ、これを契機にしてもよい。

【0053】手順13：ポリシサーバP S Vは、宛先及び発信元IPアドレス情報からIPフローがMPLSネットワーク内の入口となるルータLSR1と出口となるルータLSR5を発見する機能を持つ。この機能は、事前にポリシサーバP S VがOSPF（Open Shortest Path First）またはBGP（Border Gateway Protocol）などのIPルーティングプロトコルにより収集したトポロジ・ルーティング情報を基に決定しても良く、ルータのルーティングテーブルを収集して決定しても良く、あるいは予め実際のトポロジと同一の情報をポリシサーバP S Vに与えておいても良い。

【0054】ルーティングプロトコルを利用する場合、ポリシサーバP S Vがルーティングプロトコルをサポートする必要があるが、差分情報を収集するので、情報量が少なく済み最良の手法である。

【0055】ルーティングテーブルの収集は、差分情報が扱い難く、各ルータ毎に情報を収集する必要があるので、処理量及び情報量が多くなるが、代替手法に成り得る。また、予めルーティング情報をポリシサーバP S Vに持たせる手法は、上記二つ手法と異なり、動的にネットワークのトポロジが変化した場合には対応できないが、情報を収集する一切の処理が不要なため、最も簡単であり、代替手法に成り得る。

【0056】手順14：各ルータLSR1…LSR5はリンク（物理的回線）の利用状況やユーザによる資源予約状況をSNMP（Simple Network Management Protocol）などの状態を通知できるプロトコルを利用してポリシサーバP S Vに通知する手段を有する。ポリシサーバP S Vは各ルータLSRから通知されたMPLSネットワークのリンク状態を収集し、これを管理する機能を持つ。この動作例では、各ルータLSR間の残り帯域量は、ポリシサーバP S VがルータLSRへパスの設定を指示した帯域をすべて記憶しておくことで、各リンクで設定されている帯域量を算出することができる。

【0057】手順15：ポリシサーバP S Vはユーザからの要求を受け付けるか否かについて、その要求に含まれているアドレス情報あるいはユーザ情報を基に判断するためにユーザ要求受付処理部11を有する。この動作例では、ユーザからの要求を受け付けることをポリシサーバP S Vで判断する。要求を拒絶せずに処理する場合に、L2パス作成判断部14は新規にパスを設定するか否かの判断処理を行う。

【0058】手順16：入口ルータLSR1から出口ルータLSR5に至る既存パス（既に呼が設定されているパス）が存在し、このパスを利用してユーザの要求するIPTrafficを送信することができる場合には、ポ

リシサーバP S Vは、設定送信部16により入口ルータL S R 1に対してユーザが要求するI Pフローを既存パスを使って送信するように指示することができる。

【0059】しかし、ユーザの要求する通信品質を満たせない、あるいは混在することで既存のトラフィックが悪影響を受ける場合などは、既存のパスを利用せずに、新規にパスを設定しても良い。この動作例では、既存の15Mbpsの帯域を持つパスではユーザの要求を満たすことができないとポリシサーバP S Vが判断し、新規にパスを設定する処理に移る。

【0060】手順17：ユーザの要求を満たすことができる入口ルータL S R 1から出口ルータL S R 5に至る経路を、トポロジ状態、ルーティング状態及びリンク状態を用いたダイクストラのアルゴリズムなどを利用して検索する。また、他のパス検索アルゴリズムや、trac

erouteを用いた検索方法でもよい。

【0061】tracerouteの場合、トポロジ及びルーティングテーブルを持たずにパスを検索できる利点があるが、検索に時間がかかり、すべてのルータL S Rがtracerouteをサポートしている必要がある。したがって、ダイクストラのアルゴリズムなどとトレードオフの代替手法に成り得る。

【0062】この動作例では、パス検索部13はユーザ要求を満たすパスとして、ダイクストラのアルゴリズムから、ルータL S R 1→L S R 3→L S R 5を経由するパスを発見（検索）できる。

【0063】なお、ダイクストラのアルゴリズムの詳細については、文献：Dimitri Bertsekas, et al., Data Networks, P RENTICE-HALL, 1987を参照できる。また、tracerouteの詳細については、文献：G. Kessler, et al., RFC2151, A Primer on Internet and TCP/IP Tools and Utilities, IETF, 1997を参照できる。

【0064】手順18：ポリシサーバP S Vは発見した経路を明示し、ユーザの要求を満たす品質保証パラメータを含むL 2のパスを設定するために、CR-LDPあるいはRSVPなどのプロトコルに則るパス設定メッセージをMPLSネットワークの入口から出口に向かって転送するように、入口ルータL S R 1に指示する。この動作例では、ポリシサーバP S VはL S R 1→L S R 3→L S R 5を経由する経路を通る帯域20Mbpsのパスを設定するように、入口ルータL S R 1にCOPSプロトコルを利用して指示する。

【0065】手順19：入口ルータL S R 1はポリシサーバP S Vからの指示を受け取ると、CR-LDPあるいはRSVPなどの明示的なパス設定プロトコルを利用して、出口ルータL S R 5に向かってL 2パスを設定する機能（設定処理部20, MPLS機能部22）を持っ

ている。

【0066】手順20：入口ルータL S R 1から発せられたパス設定メッセージは中継ルータL S R 3にてパス設定に利用され、メッセージ内に記述されている経路に従って、出口ルータL S R 5に向かって順次送信される。

【0067】手順21：ポリシサーバP S Vは、L 2パスが設定されたことを認識した後、L 2パスにユーザから要求されたI Pフローをマッピングする指示をルータL S Rに送る。このとき、I Pフローを識別するための識別子としては、宛先及び送信元I Pアドレス、宛先及び送信元ポート番号、プロトコル種別などのI Pヘッダ情報、あるいはペイロード情報が考えられる。

【0068】この識別子がI Pフローと1対1に対応してもよく、また複数フローを一つの識別子で指定する場合は、I Pアドレスマスクを使ったネットワークアドレス単位でのI Pフローの指定など、ワイルドカードを使った識別子で複数のI Pフローを指定しても良い。これらは互いに等位の代替手法である。

【0069】手順22：I Pパケットの転送を実現するためには、I Pフローを識別するエントリと転送するL 2パスとを関連付ける「マッピング」と呼ぶ処理が必要となる。任意のI Pフローを転送するL 2パスを選択するためには、例えば、I Pフローを一意に識別するエントリを持つI Pフロー識別子テーブルTBL（図5参照）を用意し、各エントリにはI Pフローを転送するL 2パスを一意に関連付けるポインタを用意する。

【0070】この関連付けが「マッピング」処理であり、これによりエントリにヒットしたI PフローがどのL 2パスを利用するかが、対応関係から判断できる。複数のI Pフローが同一のL 2パスを利用して転送される場合は、各I Pフローエントリのポインタは同一のL 2パスを指している。他のL 2パスについても、同様である。

【0071】各ルータL S Rの動作は、I Pパケットがルータに到着した際に、I Pフローを識別するエントリにヒットするかどうか、上記I Pフロー識別子テーブルTBLを検索する。エントリにヒットした場合、エントリの中には、L 2パスの識別子L 2 I Dが入っているため、この情報からそのI Pパケットを転送すべきL 2パスが求められる。

【0072】I Pフロー（L 3）とL 2パスとのマッピングが終わると、最終的にユーザの要求するI Pトラフィックはユーザの要求した品質で送信される。

〔ラベルスイッチネットワークシステムの第2の具体的構成・動作〕

（第2の具体的構成）図7は図2及び図3に示したような基本構成を採るラベルスイッチネットワークシステムの第2の具体的構成例を示す。また、図8は図7に示す各ルータの構成例を示す。

【0073】図7及び図8を参照すると、このシステムにおいては、ポリシサーバP S Vと、複数のラベルスイッチングルータL S R 1…L S R 5とからラベルスイッチネットワークとしてのM P L Sネットワークを構成している。複数のラベルスイッチングルータL S R 1…L S R 5はネットワーク機器として、図2に示す対応のノードN D 1…N D 5を構成している。

【0074】ポリシサーバP S VはM P L Sネットワークの入口に配置されたルータL S R 1と物理的な回線（物理リンク）によって接続され、ルータL S R 1…L S R 5とポリシ制御プロトコルC O P Sに則って、状態情報及び設定指示を送受信する。このネットワークの入口に配置されたルータL S R 1とネットワークの出口に配置されたルータL S R 5とは、中継ルータL S R 2、L S R 3、L S R 4及び物理的な回線（物理リンク）を通して接続されている。入口ルータL S R 1及び出口ルータL S R 5は、他のI Pネットワーク（図示省略）にそれぞれ接続される。

【0075】このシステムにおけるポリシサーバP S Vは図3に基本構成を示すポリシサーバP S Vと同一構成である。ルータL S R 1…L S R 5は、ノードN D 1…N D 5と同様の構成要素として、設定処理部20、状態通知部21、及びラベルスイッチ機能部22（ただし、M P L S機能部22と呼ぶ）を備えるとともに、更にリンク状態収集部23を備える。ルータL S R 1…L S R 5におけるM P L S機能部22は、負荷分散フロー識別部220、L2パス決定部221、管理テーブル222、及びL2パス状態管理テーブル223から構成されている。

【0076】（トラフィックの負荷分散の動作例）次に、上記第2の構成を採るラベルスイッチネットワークシステムにおけるトラフィックの負荷分散の動作例について、図3、図7、図8及び図9を併用して説明する。図9は負荷分散制御手法を説明するための図である。

【0077】例えば、図7に示すように、ルータL S RとポリシサーバP S Vとから構成されるM P L Sネットワークを考える。ここでは、このネットワークを利用するユーザが品質を保証されたI P通信（I Pフロー）を新しく開始する要求をポリシサーバP S Vに通知する場合を考える。ただし、集中型制御による負荷分散の実現のためには、M P L Sネットワークが入口ルータL S R 1から出口ルータL S R 5に至る複数の経路を有していることが前提となる。

手順21：ポリシサーバP S Vはユーザからの要求を受信、解析、受付する処理を行い、L2パスの設定が新たに必要であることを上述した第1の動作例の手順11から手順16と同様の処理により判断する。

【0078】手順22：ポリシサーバP S Vはユーザの要求を満たすことができるI Pフローについて、入口ルータL S R 1から出口ルータL S R 5に至る経路のうち

帯域あるいは遅延などの資源に最も余裕のあるトポロジ状態、ルーティング状態及びリンク状態を用いた上記ダイクストラのアルゴリズムなどの経路検索手法を利用して発見する。

【0079】ポリシサーバP S Vはこの経路を明示しユーザ要求を満たす品質パラメータを含むL2パス設定を入口ルータL S R 1に指示することにより、資源に余裕がなく、利用率が高く、かつ負荷が高いリンクを回避する経路を選択することができるため、結果的に負荷を集中させず、分散させることが達成される。

【0080】手順23：この第1の経路選択手法に代替して、複数のI Pフローが同一の入口ルータL S R 1から出口ルータL S R 5を通る場合には、複数のパスを設定し、複数のパス間で負荷を分散させることもできる。例えば、異なる2つの経路として、P1：L S R 1→L S R 3→L S R 5と、P2：L S R 1→L S R 2→L S R 4→L S R 5を発見する。

【0081】ポリシサーバP S Vで収集・管理する資源の利用状況を利用してこれらの経路を比較し、資源に一層余裕のある1つの経路を利用状況に応じて動的にポリシサーバP S Vが選択し、これを入口ルータL S R 1に設定しても良い。

【0082】手順24：上記第2の経路選択手法に代替して、複数のI Pフローが同一の入口ルータL S R 1から出口ルータL S R 5を通る場合には、ユーザ要求を満たすパスとして、例えば異なる2つの経路として、P1：L S R 1→L S R 3→L S R 5と、P2：L S R 1→L S R 2→L S R 4→L S R 5とを発見する。

【0083】次に、これらの経路のすべてをL2パスとして設定する指示を入口ルータL S R 1に指示し、かつ入口ルータL S R 1ではユーザが要求したI Pフローに含まれるI Pパケットを送信する毎に、送信に利用できる複数のL2パスのうち1つに集中して送信しないように、L2パスを選択する。これにより、I Pフローをパケット単位で負荷分散することができる。

【0084】この時、送信するL2パスを選択する基準となる経路毎の利用状況をルータL S R 1が取得する手法として、ルータL S R 1が独自に経路の利用状況を収集してもよい。ルータL S R 1にポリシサーバP S Vが指示する上記第2の経路選択手法と比較して、ポリシサーバP S Vは指示をせずに、ルータL S R 1が自律的に判断するため、制御遅延が少なく、ポリシサーバP S Vの負荷も軽い。

【0085】上述した第2の動作例においては、ルータL S R 1がI Pパケットを受信すると、負荷分散の必要があるパケットであるか否かをI Pフローの管理テーブル222を参照して識別する処理を行う。このとき、負荷分散の必要があるとポリシサーバP S Vが判断したときには、I Pパケットの送信に利用する複数のL2パスのうち、どのL2パスを利用するかをL2パス状態管理

テーブル223を参照しながら、最も負荷の軽いL2パスを選択し、IPパケットを選択したL2パスで転送させる、という処理を行うことで負荷分散が実現できる。

【0086】これにより、最終的にユーザの要求するIPトラフィックはMPLSネットワークにおける負荷を集中させることなく、ユーザの要求する品質でMPLSネットワークから隣接IPネットワークに転送される。

【0087】ここで、図9を参照して詳述すると、ルータLSRに入力されるIPパケットのうち、負荷分散フロー識別部220が持つ、負荷分散フロー管理テーブル222のエントリにヒットするIPパケットが、負荷分散の対象となるパケットとして新たに「負荷分散識別子」と呼ぶタグを付けられる。この例では、IPパケットとして2つの異なる宛先を持つパケットが到着し、負荷分散フロー識別部220により、タグ「ア」、タグ「イ」が付けられたとする。

【0088】このタグを持つパケットは、次にL2パス決定部221に送られ、送信されるL2パスが選択される。L2パス決定部221では、予め「ア」、「イ」というタグを持つパケットはL2パスの混雑状況を見ながら、適切なパスを選ぶ、というメカニズムで動くように制御されている。

【0089】この場合、最初にタグ「ア」を持つIPパケットをL2パスAで転送することに決定したとすると、直後に送信するパケットを同一のパスAで送っては、パスCは全く利用されないため、そのパスAの利用率だけが高くなることになる。そこで、L2パス決定部221は、負荷を分散するために、次のタグ「イ」を持つIPパケットは、パスAとは異なるパスCを選択し、このパスを利用してパケットを転送することを決定する。これにより、負荷分散が実現される。

【0090】〔ラベルスイッチネットワークシステムの第3の具体的構成・動作〕

(第3の具体的構成) 図10は図2及び図3に示したような基本構成を採るラベルスイッチネットワークシステムの第3の具体的構成例を示す。また、図11は図10に示す各ルータの構成例を示す。

【0091】図10及び図11を参照すると、このシステムにおいては、ポリシサーバP S Vと、複数のラベルスイッチングルータLSR1…LSR5とからラベルスイッチネットワークとしてのMPLSネットワークを構成している。複数のラベルスイッチングルータLSR1…LSR5はネットワーク機器として、図2に示す対応のノードND1…ND5を構成している。

【0092】ポリシサーバP S VはMPLSネットワークの入口に配置されたルータLSR1と物理的な回線(物理リンク)によって接続され、ルータLSR1…LSR5とポリシ制御プロトコルCOPSに則って、状態情報及び設定指示を送受信する。このネットワークの入口に配置されたルータLSR1とネットワークの出口に

配置されたルータLSR5とは、中継ルータLSR2、LSR3、LSR4及び物理的な回線(物理リンク)を通して接続されている。入口ルータLSR1及び出口ルータLSR5は、他のIPネットワーク(図示省略)にそれぞれ接続される。

【0093】このシステムにおけるポリシサーバP S Vは図3に基本構成を示すポリシサーバP S Vと同一構成である。ルータLSR1…LSR5は、ノードND1…ND5と同様の構成要素として、設定処理部20、状態通知部21、及びラベルスイッチ機能部22(ただし、MPLS機能部22と呼ぶ)を備えるとともに、更にリンク状態収集部23を備える。

【0094】ルータLSR1…LSR5におけるMPLS機能部22は、L2パス選択部224及びIPフロー・L2パス対応管理テーブル225から構成されている。L2パス選択部224はL2パス候補選択部226及び障害時パス切り替え部227を有する。

【0095】(回線2重化の動作例1) 次に、上記第3の構成を採るラベルスイッチネットワークシステムにおける回線2重化の第1の動作例について、図3、図10及び図11を併用して説明する。

【0096】例えば、図10に示すように、ルータLSRとポリシサーバP S Vとから構成されるMPLSネットワークを考える。ここでは、このネットワークを利用するユーザが品質を保証されたIP通信(IPフロー)を新しく開始する要求をポリシサーバP S Vに通知する場合を考える。ただし、回線2重化の実現のためには、MPLSネットワークが入口ルータLSR1から出口ルータLSR5に至る複数の経路を有していることが前提となる。

【0097】手順31: ポリシサーバP S Vはユーザからの要求を受信、解析、受付する処理を行い、L2パスの設定が新たに必要であることを上述したラベルスイッチネットワークシステムの第1の動作例の手順11から手順16と同様の処理により判断する。

【0098】手順32: ポリシサーバP S Vはユーザの要求を満たすことができる入口ルータLSR1から出口ルータLSR5に至る任意の2つ以上(この例では、2つ)の経路を、トポロジ状態、ルーティング状態及びリンク状態を用いた上記ダイクストラのアルゴリズムなどの経路検索手法を利用して発見する。

【0099】ポリシサーバP S Vはこれらの複数の経路を明示し、ユーザ要求を満たす品質保証パラメータを含むL2パス設定を入口ルータLSR1に指示する。更に、これらのL2パスの一部を現用系のパスとして通常利用し、残りのパスを予備系として現用系が障害で利用できなくなった場合のバックアップパス(ホットスタンバイ状態のパス)にそれぞれ利用すること、及びL2パスを利用する1つ以上のIPフローも指示する。

【0100】ここでは、ポリシサーバP S VはP1:L

SR1→LSR2→LSR4→LSR5と、P2:LSR1→LSR3→LSR5との2つのパスを作成することを入口ルータLSR1に指示する。ポリシサーバPSVは2つのパスがそれぞれ確立された後、P1:LSR1→LSR2→LSR4→LSR5を現用系のパスとして、P2:LSR1→LSR3→LSR5を予備系のパスとして利用することを入口ルータLSR1に指示する。

【0101】手順33:現用系のパスが障害で利用できなくなったことをポリシサーバPSV、あるいは他のルータLSR2…LSR5のいずれかからの状態通知でルータLSR1が把握した場合、現用系から予備系へのポリシサーバPSVによるパス切り替え指示を待つことなく、ルータLSR1が自律的に予備系のパスを利用する。

【0102】これは、例えば、図11に示すように、ルータLSR1の持つリンク状態収集部23が現用系のパス障害を検出した場合に、L2パス選択部224にその旨を通知することで、IPパケットに対する予備系と現用系のパス候補のうち、予備系のパスP2を利用することを障害時パス切り替え部227が判断し、予備系のパスP2を利用してIPパケットを送信することで実現される。

【0103】(回線2重化の動作例2)次に、上記第3の構成を採るラベルスイッチネットワークシステムにおける回線2重化の第2の動作例について、図3、図10及び図11を併用して説明する。

【0104】この動作例においても、上記回線2重化の第1の動作例と同様に、ルータLSR1…LSR5とポリシサーバPSVとから構成されるMPLSネットワークを考える。ここでは、このネットワークを利用するユーザが品質を保証されたIP通信(IPフロー)を新しく開始する要求をポリシサーバPSVに通知する場合を考える。ただし、回線2重化の実現のためには、MPLSネットワークが入口ルータLSR1から出口ルータLSR5に至る複数の経路を有していることが前提となる。

【0105】上記回線2重化の第1の動作例では、予備系のパスは現用系のパスの障害時にしか利用されることはなかったが、この回線2重化の第2の動作例では、効率的な回線2重化を図るために、予備系パスも現用系パスを利用しているときに利用する。

【0106】手順41:ポリシサーバPSVはユーザからの要求を受信、解析、受付する処理を行い、L2パスの設定が新たに必要であることを上述したラベルスイッチネットワークシステムの第1の動作例の手順11から手順16と同様の処理により判断する。

【0107】手順42:ポリシサーバPSVはユーザの要求を満たすことができる入口ルータLSR1から出口ルータLSR5に至る任意の2つ以上(この例では、2

つ)の経路を、トポロジ状態、ルーティング状態及びリンク状態を用いた上記ダイクストラのアルゴリズムなどの経路検索手法を利用して発見する。

【0108】ポリシサーバPSVはこれらの複数の経路を明示し、ユーザ要求を満たす品質パラメータを含むL2パス設定を入口ルータLSR1に指示する。更に、これらのL2パスの一部を現用系のパスとして通常利用し、残りのパスを予備系として現用系が障害で利用できなくなった場合のバックアップパス(ホットスタンバイ状態のパス)にそれぞれ利用すること、及びL2パスを利用する1つ以上のIPフローも指示する。

【0109】ここでは、ポリシサーバPSVはP1:LSR1→LSR2→LSR4→LSR5と、P2:LSR1→LSR3→LSR5との2つのパスを作成することを入口ルータLSR1に指示する。ポリシサーバPSVは2つのパスがそれぞれ確立された後、P1:LSR1→LSR2→LSR4→LSR5を現用系のパスとして、P2:LSR1→LSR3→LSR5を予備系のパスとして利用することを入口ルータLSR1に指示する。

【0110】手順43:ポリシサーバPSVは同時に、予備系のパスは現用系のパスの運用中は別のIPフローを送信するのに利用するように、適切にIPフローを選択し、L2パスとの対応付けを入口ルータLSR1に指示する。このIPフローは基本的には、同一の出口ルータLSR5を出口として利用する他のIPフローであり、IPフローが従来必要とする通信品質が満たされる任意のIPフローを選択できる。なお、最終宛先にIPフローが到達でき、IPフローが従来必要とする通信品質が満たされれば、出口ルータLSRが異なっても良い。

【0111】手順44:ポリシサーバPSVは現用系パスに障害が発生した場合は、予備系パスを使って送信していたIPフローを別のL2パスに切り替え、現用系パスを使って送信していたIPフローを予備系パスに切り替えて送信することを入口ルータLSR1に指示する。

【0112】一層詳述すると、例えば、現用系、予備系、ベストエフォートという3つのパスが既に設定されているとする。これらのうち、現用系パス及び予備系パスはそれぞれ20Mbpsの帯域を保証されているが、ベストエフォートパスは帯域の保証はないとする。また、IPフローA及びIPフローBが存在し、IPフローAが回線障害時に予備系のパスを利用でき、IPフローBは障害が起きなければ予備系のパスを利用し、障害発生時にはベストエフォートパスで転送される、という制御ポリシーが各ルータLSRに設定されている場合を考える。

【0113】障害が発生していない場合は、IPフローA、Bともに帯域が20Mbps保証された通信ができるが、一旦障害が発生すると、IPフローAは予め決め

られた制御ポリシーに従い、予備系のパスを利用した転送に切り替わり、かつIPフローBはベストエフォートパスを利用した転送に切り替わる。この結果、IPフローAに対しては障害時の予備帯域を用意しながら、障害が発生しない場合は他のIPフローBに対して帯域保証サービスを提供することが可能になる。

【0114】手順45：現用系のパスが障害で利用できなくなったことをポリシサーバP S V、あるいは他のルータL S R 2…L S R 5のいずれかからの状態通知でルータL S R 1が把握した場合、現用系から予備系へのポリシサーバP S Vによるパス切り替え指示を待つことなく、ルータL S R 1が自律的に予備系のパスを利用する。

【0115】これは、例えば、図11に示すように、ルータL S R 1の持つリンク状態収集部23が現用系のパス障害を検出した場合に、L2パス選択部224にその旨を通知することで、IPパケットに対する予備系と現用系のパス候補のうち、予備系のパスP2を利用することを障害時パス切り替え部227が判断し、予備系のパスP2を利用してIPパケットを送信することで実現される。

【0116】(IPフローとL2パスとのマッピングの拡張動作例) 次に、上記第3の構成を採るラベルスイッチネットワークシステムにおけるIPフローとL2パスとのマッピングの拡張動作例について、図3、図10、図11及び図12を併用して説明する。図12はIPフローとL2パスとのマッピングの拡張動作例を説明するための図である。

【0117】このIPフローとL2パスとのマッピングの拡張においては、IPフローの識別子IPIDとL2パスとを直接対応させるのではなく、複数のIPフロー識別子IPIDを宛先などに基づいてグループ化したグループ識別子GIDとL2パスとをマッピングさせる。例えば、回線障害時に備えてL2パスを2重化した場合、従来であれば現用系から予備系へL2パスを別のL2パスに切り替えるときに、IPフロー識別子IPIDとL2パスとが直接対応していたため、IPフロー識別子IPID毎にマッピング情報を変更する必要があった。

【0118】これに対して、グループ識別子GIDを利用することで、グループ識別子GIDとL2パス識別子L2IDとのマッピングを変更するだけで、複数のIPフローのL2パスとのマッピングを同時に変更することができ、マッピングに必要な処理ステップ数及び処理時間を減らすことができる。

【0119】入力ルータL S R 1のMPLS機能部22において、入力IPフローのIPパケットを送信するL2パスを選択するとき、L2パス候補選択部226はIPフロー・L2パス対応管理テーブル225を参照して、入力IPパケットと一致する情報を持つIPフロー

識別子IPIDを選択し、このIPフロー識別子IPIDに対応するグループ識別子GIDとの対応関係を検索することにより、グループ識別子GIDが発見でき、更にこのグループ識別子GIDに基づいて対応するL2パス識別子L2IDを選択する。

【0120】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来のMPLSなどのラベルスイッチシステムでは分散して各ノードで保有していた機能をポリシサーバが集中して持つことにより、各ノードにおける機能及び処理が不要になり、各ノードにおける処理コスト及び処理時間を削減することができる。

【0121】つまり、本発明では、状態情報はポリシサーバで一元的に収集・管理し、L2パスの算出も行うため、各ノードは状態情報をポリシサーバに通知する機能だけを持てば良く、各ノードはポリシサーバの機能を共有することが可能である。このため、従来各ノードにおいて必要であった他のノードの状態を維持・管理する処理、これを配布・収集する処理、及びL2パスを算出する処理が不要になる。この結果、ノードにおいて必要な状態通知・収集のメッセージ数が削減され、これらの処理回数を削減することが可能になる。

【0122】従来のホップバイホップで状態情報をネットワーク全体の隣接ノード間で交換して行く手法では、状態情報がネットワーク全体に行き渡るまでにノード間のホップ数に比例した処理時間が必要であった。本発明では、ノードはポリシサーバに状態を通知するだけで良いため、ホップバイホップで情報を交換する必要がなくなり、処理時間が少なくなる。

【0123】状態情報を参照して適切なL2パスを算出する処理は全てポリシサーバが行い、その結果をノードに通知するため、各ノードにおけるL2パスの算出機能は不要になり、低コストでノードを構成することが可能になる。

【0124】また、本発明によれば、トラフィックの負荷分散サービスにおいて、ポリシサーバがネットワークの利用状況に偏りが生じないようにパス設定を行うことができる。

【0125】また、本発明によれば、回線2重化サービスにおいて、回線障害時に迅速にパス切り替えを行うことができる。つまり、本発明では、現用パスが障害で使えないことを中継または出口ノードが検出した場合、中継または出口ノードの判断で現用パスを予備パスに切り替えることをポリシサーバが入口ノードに指示するので、迅速にパス切り替えを行うことができる。

【0126】また、本発明によれば、回線2重化サービスにおいて、効率よくネットワーク資源を活用することができる。つまり、本発明の回線2重化サービスでは、ポリシサーバが従来使われていなかった予備系パスを他のIPフローの送信に利用させることが可能になり、同

一の回線容量でより多くのIPフローを送信することができ、結果的にIPフロー当たりの回線コストを削減することができる。

【0127】さらに、本発明によれば、回線切り替え時の処理コストを削減することができる。つまり、本発明では、複数のIPフローをグループ化することで、回線を切り替えるときに、グループを指定するだけで回線の切り替え処理が完了するため、従来のようにIPフロー毎の処理が不要になり、処理時間及び処理回数を削減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のラベルスイッチネットワークシステムの構成例を示すブロック図。

【図2】 本発明の一実施の形態のラベルスイッチネットワークシステムの基本構成を示すブロック図。

【図3】 図2におけるポリシサーバの詳細構成及びノードの基本構成を示すブロック図。

【図4】 ラベルスイッチネットワークシステムの第1の具体的構成を示すブロック図。

【図5】 IPフローとL2パスとのマッピングの一例

10

を説明するための図。

【図6】 図4のラベルスイッチネットワークシステムの動作手順を示すフローチャート。

【図7】 ラベルスイッチネットワークシステムの第2の具体的構成を示すブロック図。

【図8】 図7のラベルスイッチネットワークシステムにおけるノードの詳細構成を示すブロック図。

【図9】 負荷分散の動作例を説明するための図。

【図10】 ラベルスイッチネットワークシステムの第3の具体的構成を示すブロック図。

【図11】 図10のラベルスイッチネットワークシステムにおけるノードの詳細構成を示すブロック図。

【図12】 IPフローとL2パスとのマッピングの拡張動作例を説明するための図。

#### 【符号の説明】

PSV ポリシサーバ

ND1, ND2, ND3, ND4, ND5 ノード

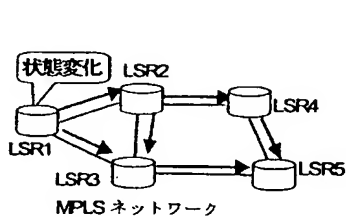
LSR1 入口ルータ

LSR2, LSR3, LSR4 中継ルータ

LSR5 出口ルータ

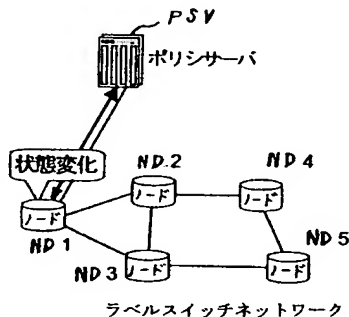
【図1】

従来のラベルスイッチネットワークシステム



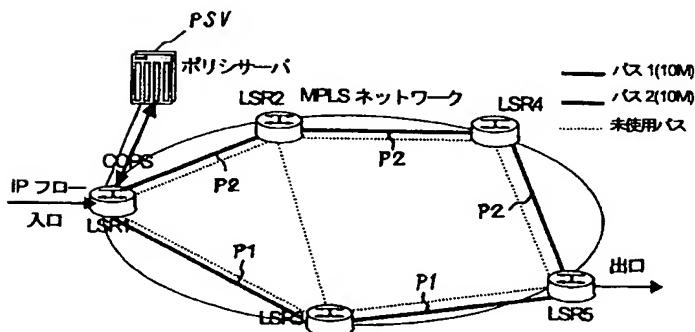
【図2】

本発明の一実施の形態のラベルスイッチネットワークシステム



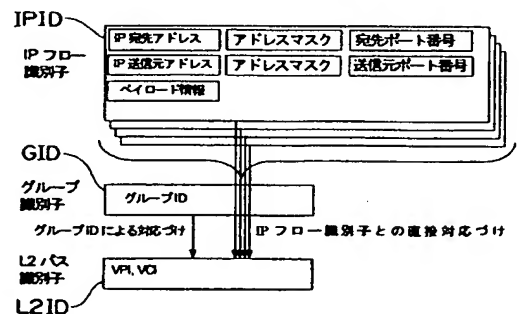
【図7】

ラベルスイッチネットワークシステムの第2の具体的構成



【図12】

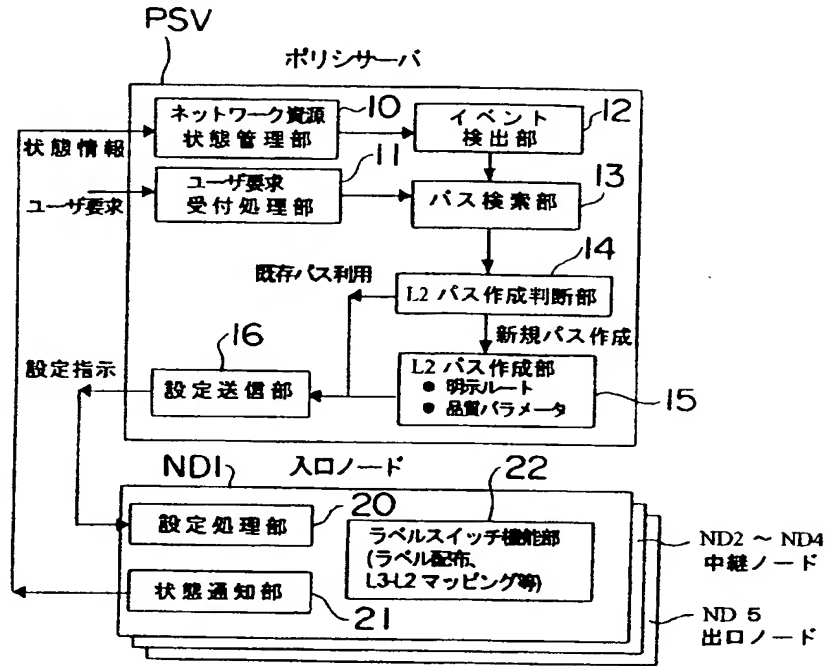
IPフローとL2パスとのマッピングの拡張動作例を説明するための図





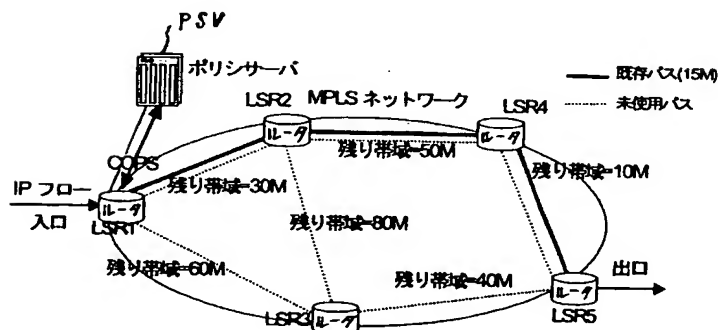
【図3】

図2におけるポリシサーバの詳細構成及びノードの基本構成を示すブロック図



【図4】

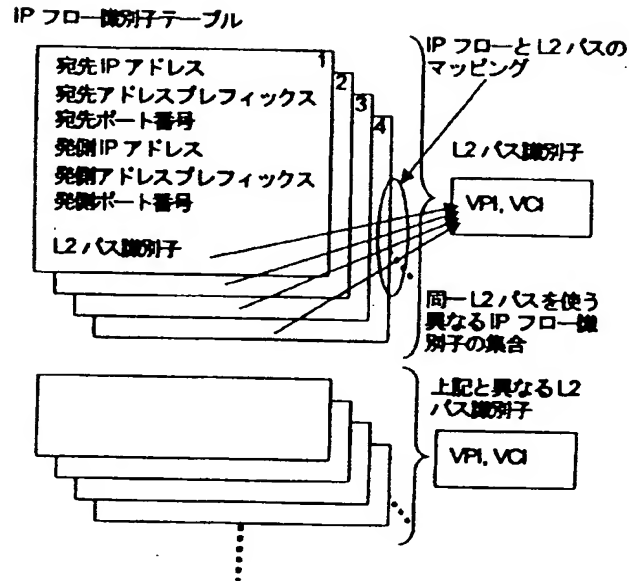
ラベルスイッチネットワークシステムの第1の具体的構成





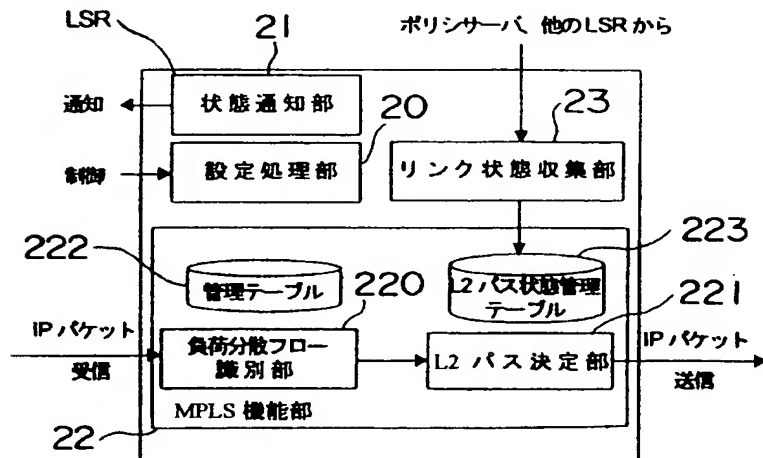
【図5】

IPフローとL2パスとのマッピングの一例



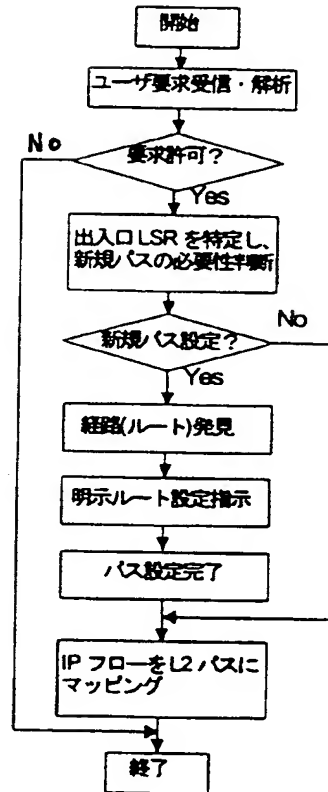
【図8】

図7のラベルスイッチネットワークシステムにおけるノードの詳細構成を示すブロック図



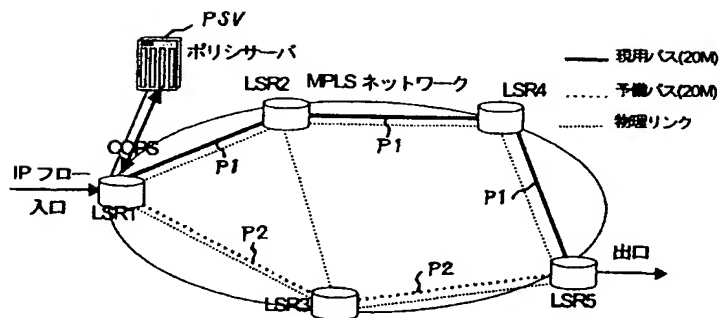
【図6】

図4のラベルスイッチネットワークシステムの動作手順



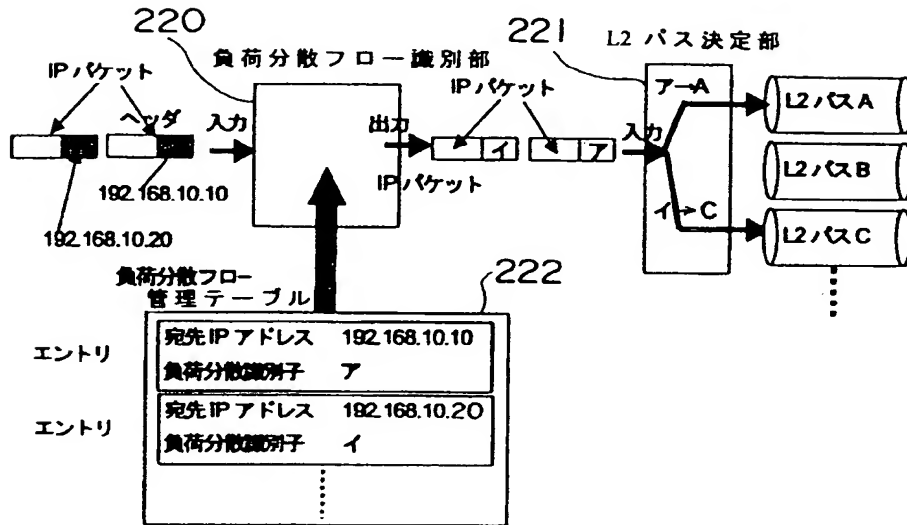
【図10】

ラベルスイッチネットワークシステムの第3の具体的構成



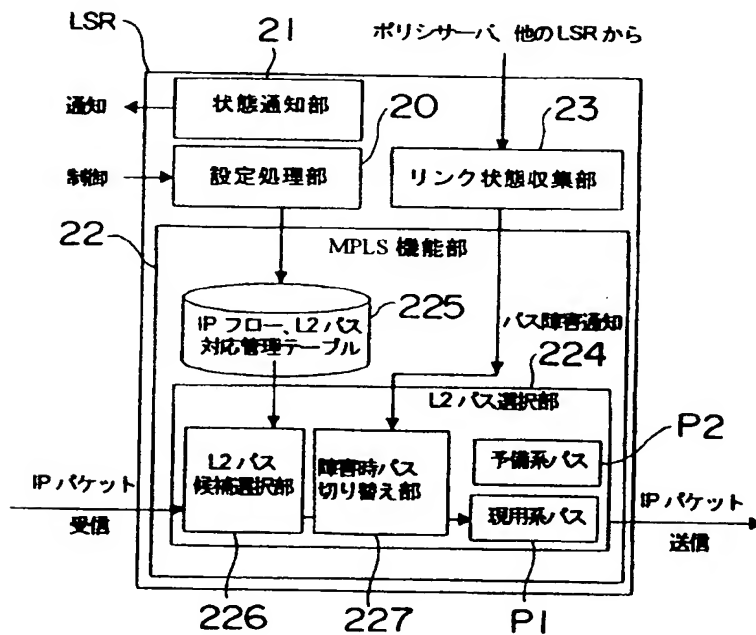
【図9】

負荷分散の動作例を説明するための図



【図11】

図10のラベルスイッチネットワークシステムにおけるノードの詳細構成を示すブロック図



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 HA08 HB14 LB07 LC06 LC09  
LC11 LC13 MB09 MC07 MD02  
9A001 CC07 JJ27 KK56